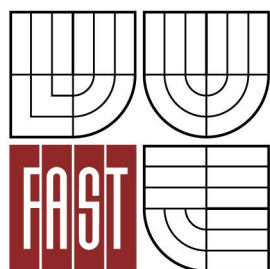




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PRO PĚŠÍ THE FOOTBRIDGE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. PETR VOLEJNÍK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Petr Volejník

Název Lávka pro pěší

Vedoucí diplomové práce Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

**Datum zadání
diplomové práce** 31. 3. 2015

**Datum odevzdání
diplomové práce** 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

.....
prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Structural Timber Education Programme, Part 1, Navrhování a konstrukční materiály. Centrum Hout, The Netherlands, 1995, autorizovaný překlad Koželouh, B., 1998
2. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Structural Timber Education Programme, Part 2, Navrhování a konstrukční detaily. Centrum Hout, The Netherlands, 1995, autorizovaný překlad Koželouh, B., 2004
3. ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí
4. Straka, B. Navrhování dřevěných konstrukcí, CERM, s.r.o., Brno, 1996
5. Straka, B., Sýkora, K. Dřevěné konstrukce. Studijní opora, Modul BO03-MO1 až BO03-MO5
6. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení vedoucího diplomové práce
7. Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí, Koželouh, B., IC ČKAIT, 2009
8. ČSN 73 1702 Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí

Zásady pro vypracování

Navrhněte nosnou dřevěnou konstrukci lávky pro pěší na rozpětí 40m v lokalitě Brno. Požadované výstupy: V diplomové práci podrobněji vypracujte návrh vybrané varianty (technickou zprávu, statický výpočet, odpovídající výkresovou dokumentaci a orientační výkaz spotřeby materiálu.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tématem diplomové práce je návrh a posouzení nosné konstrukce lávky pro pěší, přes řeku Svratku v Brně. Rozpětí lávky je 40m a šíře 4,2m. Lávka je situována v katastrálním území Brno - Bystrc.

Klíčová slova

Lávka pro pěší, ocelová nosná konstrukce, obloukové nosníky, trámy mostovky, příčníky, podélníky, ztužidla, dřevěné mostiny, mostní ložiska.

Abstract

The theme of this thesis is the design and assessment of the supporting structure of a footbridge over the river Svratka in Brno. Span bridge is 40 meters and width of 4.2 meters. The bridge is located in the administrative area Brno - Bystrc.

Keywords

The footbridge, steel structure, curved beams, deck joists, beams, stringers, bracing, wooden elements, bridge bearings.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Petr Volejník *Lávka pro pěší*. Brno, 2016. 19 s., 237 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Petr Volejník

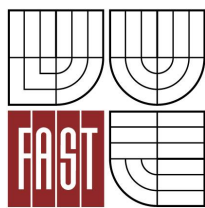
PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Petr Volejník



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

Autor práce Bc. Petr Volejník

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Lávka pro pěší

Název práce v anglickém jazyce The Footbridge

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze

Anotace práce Tématem diplomové práce je návrh a posouzení nosné konstrukce lávky pro pěší, přes řeku Svratku v Brně. Rozpětí lávky je 40m a šíře 4,2m. Lávka je situována v katastrálním území Brno - Bystrc.

Anotace práce v anglickém jazyce The theme of this thesis is the design and assessment of the supporting structure of a footbridge over the river Svratka in Brno. Span bridge is 40 meters and width of 4.2 meters. The bridge is located in the administrative area Brno - Bystrc.

Klíčová slova Lávka pro pěší, ocelová nosná konstrukce, obloukové nosníky, trámy mostovky, příčníky, podélníky, ztužidla, dřevěné mostiny, mostní ložiska.

Klíčová slova v anglickém jazyce The footbridge, steel structure, curved beams, deck joists, beams, stringers, bracing, wooden elements, bridge bearings.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Stanislavu Buchtovi, Ph.D. za vedení a odborné cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne 15.1. 2016

.....
podpis autora
Petr Volejník

DIPLOMOVÁ PRÁCE

A. TECHNICKÁ ZPRÁVA

OBSAH:

1. Úvod.....	1
2. Lokalita.....	1
3. Základní údaje.....	1
4. Charakteristika konstrukce.....	1
4.1 Obloukové nosníky.....	1
4.2 Trámy mostovky.....	2
4.3 Příčníky.....	2
4.3.1 Podporové příčníky.....	2
4.3.2 Ostatní příčníky.....	3
4.4 Podélníky.....	3
4.5 Závěsná táhla.....	3
4.6 Mostiny.....	4
4.7 Ztužidla.....	5
4.7.1 Příčné ztužidlo mostovky.....	5
4.7.2 Příhradové ztužidlo oblouků.....	5
4.7.3 Portálová příčel.....	5
4.8 Dilatační závěr.....	6
4.9 Mostní ložiska.....	6
5. Výpočetní model.....	6
6. Zatížení.....	7
7. Kombinace zatížení.....	7
8. Montáž konstrukce.....	7
9. Povrchová úprava prvků.....	9
10. Závěr.....	9

1. ÚVOD

Tématem diplomové práce je návrh a posouzení nosné konstrukce lávky pro pěší. Podkladem pro návrh je zadání diplomové práce a platné technické normy. Důvodem návrhu nové lávky je náhrada za stávající lávku, jež byla poničena povodní a následně musela být odstraněna. Dalším aspektem je fakt, že lávka se nachází na cykloturistické trase, spojující městské části Brno - Komín a Brno - Bystrc.

Vzhledem k účelu a umístění lávky byla snaha navrhnout lehkou a vzdušnou konstrukci, vhodně zapadající do místní krajiny.

2. LOKALITA

Lávka je situována do mírně údolní krajiny řeky Svratky v městské části Bystrc města Brna. Spojuje tak dvě městské části Brno - Bystrc a Brno - Komín. Přes lávku je převáděna cykloturistická trasa, která je hojně využívána turisty. Lokalita umístění lávky je dobře přístupná z obou břehů řeky Svratky.

3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Jedná se o ocelovou obloukovou nosnou konstrukci lávky s dolní prvkovou mostovkou, která je k nosným obloukům zavěšena pomocí ocelových závěsných táhel. Mostovka je tvořena prvky z válcovaných ocelových profilů, jež jsou vzájemně propojeny do tzv. roštu. Pochozí vrstvu lávky tvoří dřevěné mostiny z dubového dřeva. Lávka je osazena pomocí hrncových ložisek na úložný práh spodní stavby. Bezpečný provoz lávky zajišťuje ocelové zábradlí se vzdušnými výplňovými prvky.

3.1 TECHNICKÉ PARAMETRY

- rozpětí lávky: 40,0m
- maximální výška lávky (ve vrcholů oblouku): 6,093m
- maximální šířka lávky: 4,6m
- průjezdná šířka lávky (mezi zábradlím): 3,5m
- maximální podjezdná výška lávky: 4,597m
- celková hmotnost lávky: 35,122 t

4. CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCE

Jedná o ocelovou nosnou konstrukci lávky o rozpětí 40,0m doplněnou o dřevěné prvky pochozí vrstvy mostovky. Ze statického hlediska konstrukce působí jako dvoukloubový nosník s táhlem, tzv. Langerův trám, kdy trámy jsou vyztuženy parabolickými oblouky.

4.1 OBLOUKOVÉ NOSNÍKY

Obloukové nosníky jsou navrženy svařované, z plechů tloušťky 16 a 20mm, do obdélníkového průřezu. Svary jsou koutové o účinné výšce 4mm. Materiálem je ocel S 355 s mezí kluzu $f_y=355\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=490\text{MPa}$.

Do průřezů oblouků budou v místech příčného namáhání nebo koncentrovaného napětí vevařeny příčné výztuhy z plechů tl. 10mm. Tyto místa jsou zejména v připojení styčnickových plechů ocelových závěsných táhel a v místě podpor, kde je oblouk uložen na mostní ložiska.

Oblouky jsou z důvodu přepravy na místo určení rozděleny montážními styky na tři části. Tyto části jsou po osazení konstrukce spojeny tupými svary v plném provaření spojovaných částí.

4.2 TRÁMY MOSTOVKY

Trámy mostovky nacházející se po jejích bocích tvoří hlavní nosníky prvkové mostovky. Jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 450 a jejich rozpětí činí 40,0m. Materiálem je ocel S 355 s mezí kluzu $f_y=355\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=490\text{MPa}$.

Trámy tvoří zároveň táhla obloukových nosníků, ve kterých jsou zachyceny vodorovné síly vznikající od zatížených oblouků. Tímto řešením oblouky vykazují jen minimální vodorovné reakce a tak jsou vhodným řešením zejména pro návrh spodní stavby lávky.

V místech uložení trámů na mostní ložiska jsou tyto místa příčně vyztužena příčnými výztuhami z plechů tl. 10mm. Pro napojení komory oblouků jsou pásnice trámů rozšířeny přivařením plechů o tl. 14mm, které plynule přechází na šířku pásnic trámů.

Trámy jsou z důvodu přepravy na místo určení rozděleny montážními styky na tři části. Tyto části jsou po osazení konstrukce spojeny tupými svary v plném provaření spojovaných částí.

4.3 PŘÍČNÍKY

Příčníky mostovky spojují trámy mostovky a tvoří podpory podélníků mostovky. nacházející se po jejích bocích tvoří hlavní nosníky prvkové mostovky. Jsou navrženy z válcovaných profilů tvaru písmene I. Materiálem je ocel S 355 s mezí kluzu $f_y=355\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=490\text{MPa}$. V konstrukci mostovky se nachází dva typy příčníků.

4.3.1 PODPOROVÉ PŘÍČNÍKY

Jsou umístěny v místech podpor konstrukce, přes které je lávka uložena na mostní ložiska. Jsou navrženy z válcovaných profilů HEB 220. Materiálem je ocel S 355 s mezí kluzu $f_y=355\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=490\text{MPa}$.

Tyto příčníky jsou navrženy s ohledem na montáž konstrukce a osazení na ložiska, kdy je potřeba konstrukci nadzdvihnout hydraulickými lisami. Ty budou umístěny právě pod

těmito příčníky a v okamžiku této fáze montáže musejí bezpečně přenést vlastní tíhu konstrukce.

Podporové příčníky jsou připojeny ke stěně trámu mostovky pomocí koutových svarů a v místech určených pro osazení hydraulických lisů budou vyztuženy příčnými výztuhami z plechu tl. 8mm.

4.3.2 OSTATNÍ PŘÍČNÍKY

Jsou umístěny mezi podporovými příčníky v délce lávky a tvoří tak podpory nesoucí podélníky mostovky. Průřez představují válcované profily IPE 270. Materiálem je ocel S 355 s mezí kluzu $f_y=355\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=490\text{MPa}$.

Tyto příčníky jsou ke stěnám trámů připojeny šrouby pomocí čelních desek, přivařených k čelům příčníků. Spoj představují dva šrouby M16 jakosti 5.6.

4.4 PODÉLNÍKY

Podélníky mostovky probíhají po celé délce lávky a přenášejí tak zatížení od provozu lávky do příčníků. Jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 220 a jejich rozpětí činí 40,0m. Materiálem je ocel S 355 s mezí kluzu $f_y=355\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=490\text{MPa}$.

Podélníky jsou připojeny k horním pásnicím příčníků. Spoj představují dva šrouby M12 jakosti 5.6.

4.5 ZÁVĚSNÁ TÁHLA

Ocelová táhla kruhového průřezu, pomocí kterých je k obloukům zavěšena mostovka jsou navrženy ze systému Macalloy 460. Jedná se o systém složený z kruhových ocelových táhel z oceli s mezí kluzu 460MPa, které jsou na koncích opatřeny válcovanými závity, na které jsou našroubovány koncovky, pomocí kterých je táhlo připojeno ke styčnickovému plechu.

Tento systém byl vybrán z důvodu vysoké propracovanosti technického řešení splňující certifikát dle ENV 1993-1 [EC3]. Dále také z důvodu válcovaných závitů, u kterých oproti řezaným nedochází k narušení materiálu vruby a proto mají vynikající odolnost proti únavě.

Průřez táhla má průměr tyče \varnothing 19mm a na koncích je opatřen závit M20. K obloukovým nosníkům a trámům mostovky je připojen přes kloubové koncovky styčnickovými plechy o tl. 16mm. Rozměry styčnickového plechu a koncovek jsou uvedeny v tabulkách dodaných výrobcem. Čep koncovky je součástí dodávky výrobcem a tak není nutné jeho posouzení.

Styčnickové plechy jsou k trámu mostovky a komorám oblouků připojeny koutovými svary o účinné výšce 4mm.

4.6 MOSTINY

Tvoří pochozí vrstvu lávky a jsou navrženy z dubových fošen, kladených příčně na rozpětí lávky. Šíře fošen je 200mm a tloušťka 50mm. Do těchto fošen jsou vyfrézovány podélné drážky, pro odvod vody a také zvyšují adhezi při vlhku nebo deštivém počasí. Drážky jsou 5mm hluboké a celková délka mostin je 4,4m.

Mezi jednotlivými fošnami je ponechána mezera o šířce 15mm, která slouží jako dilatační mezera mezi sousedními mostinami. Je to zejména z důvodu bobtnání dřeva a jeho změnou objemu v příčném směru lét. Tímto je umožněno každému prvku dilatovat a nedojde tak k tzv. vlnám. Dalším důvodem je odvod vody při deštích a lepší odtávání sněhové pokrývky.

Mostiny jsou přišroubovány vratovými šrouby M10 s plochou půlkulatou hlavou v pozinkované povrchové úpravě k horním pásnicím podélníků a trámů mostovky.

4.7 ZTUŽIDLA

4.7.1 PŘÍČNÉ ZTUŽIDLO MOSTOVKY

Příčné ztužidlo mostovky představují diagonály mezi příčníky mostovky a zajišťuje její tuhost v příčném směru lávky. Je navrženo z válcovaných uhlíku tvaru písmene L 50x50x5mm. Materiálem je ocel S 235 s mezí kluzu $f_y=235\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=360\text{MPa}$.

K příčníkům mostovky je ztužidlo připojeno přes styčnickový plech tl. 8mm. Ten je k příčníkům přivařen tupými svary o účinné výšce 4mm. Připoj ztužidla na styčnickový plech je realizován šrouby M12 jakosti 5.6.

4.7.2 PŘÍHRADOVÉ ZTUŽIDLO OBLOUKŮ

Zajišťuje stabilitu oblouků proti vybočení z jejich roviny při namáhání vzpěrným tlakem. Je navrženo z trubkových příčlů o průměru $\varnothing 273 \times 8\text{mm}$ a trubkových diagonál o $\varnothing 76,1 \times 6\text{mm}$. Materiálem je ocel S 235 s mezí kluzu $f_y=235\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=360\text{MPa}$.

Tyto prvky jsou připojeny koutovými svary o účinné výšce 4mm ke styčnickovým plechům o tl. 8mm. Tyto plechy jsou připojeny koutovými svary o účinné výšce 4mm ke stěně oblouků.

4.7.3 PORTÁLOVÁ PŘÍČEL

Vytváří rámový portál obloukových nosníků. Je navržena ze stejného průřezu jako obloukové nosníky a to z důvodu napojení pásnic přímo na sebe, z důvodu vytvoření rámového rohu. Materiálem je ocel S 235 s mezí kluzu $f_y=235\text{MPa}$ a mezí pevnosti $f_u=360\text{MPa}$.

Tyto příčle jsou ke stěnám oblouků připojeny koutovými svary o účinné výšce 5mm. V místech napojení na stěnu oblouku bude uvnitř oblouku vevařena diafragma z plechu tl. 10mm z důvodu vyztužení proti příčnému namáhání průřezu.

4.8 DILATAČNÍ ZÁVĚR

Na ocelové konstrukci byla vypočtena dilatace od teploty jejíž hodnoty jsou uvedeny ve statickém výpočtu. Celkový rozsah dilatace pro návrh dilatačního závěru a posuvného ložiska činí 67,5mm.

4.9 MOSTNÍ LOŽISKA

Lávka je osazena na hrncová mostní ložiska dodaná firmou Freyssinet. Ložiska budou připevněna šrouby k dolním rozšířeným pásnicím trámů a osazena na železobetonové bloky přes podlití pryskyřicí. Návrh mostních ložisek je proveden ve statickém výpočtu.

5. VÝPOČETNÍ MODEL

Výpočetní model byl zhotoven v programu Scia Engineer 15.1 a byl proveden statický lineární výpočet s uvažováním lokálních nelinearit některých prvků a to vyloučení tlakového namáhání diagonál ztužidel a závěsných táhel, na kterých je zavěšena prvková mostovka k nosným obloukům.

Výpočtem byly zjištěny návrhové vnitřní síly, na které pak byly jednotlivé prvky nosné konstrukce lávky dimenzovány. Posouzení těchto nosných prvků bylo provedeno ručním výpočtem.

Dynamická analýza není předmětem řešení této práce. Nicméně v další fázi projektové dokumentace by musela být řešena. Dle normy ČSN EN 1993-2 je nutný požadavek na dynamickou analýzu, jejíž obsahem je výpočet vlastních frekvencí a tvarů kmitů lávky.

Dynamické složky zatížení, jakožto vítr a provoz chodců a cyklistů, mohou způsobit nadměrné kmitání konstrukce lávky a tak přivodit nepohodlí uživatelů. Proto je třeba toto kmitání minimalizovat návrhem konstrukce lávky s vhodnou vlastní frekvencí nebo pomocí tlumících zařízení.

6. ZATÍŽENÍ

Bylo uváženo několik zatěžovacích stavů, které se mohou vyskytnout v provozu lávky nebo na ní mají účinek. Zatížení bylo definováno dle platných technických norem. Ve statickém výpočtu naleznete hodnoty zatížení jednotlivých zatěžovacích stavů včetně jejich grafických znázornění.

7. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Ve výpočetním programu byly definovány kombinace zatěžovacích stavů dle ČSN EN 1990 Sada B EN – MSÚ (STR/GEO) pro mezní stav únosnosti a podle rovnice 6.14b uvedené v normě ČSN EN 1990 pro mezní stav použitelnosti. Na výsledné hodnoty návrhových vnitřních sil jsou nadimenzovány veškeré nosné prvky konstrukce lávky.

8. MONTÁŽ KONSTRUKCE

Montáž konstrukce lávky spočívá v dopravě jednotlivých vyrobených dílců konstrukce, rozdělených montážními spoji, z mostárny na místo určení. Zde budou jednotlivé díly konstrukce osazeny na úložné prahy a provizorní mostní podpěry PIŽMO umístěných v třetinách rozpětí lávky. Pomocnými montážními spoji bude konstrukce zhotovena do výsledného tvaru a geometrie a poté budou provizorní spoje nahrazeny plnohodnotnými spoji, které spojí jednotlivé části konstrukce dohromady. Konstrukce bude opatřena veškerými ztužujícími prvky. Montážní spoje budou následně opatřeny protikorozním ochranným nátěrem. Následně bude provedena montáž pochozí vrstvy mostovky, kterou představují dřevěné mostiny a ocelového zábradlí.

Po dokončení prací na montáži nosné konstrukce lávky bude probíhat její synchronizované nadzdvihnutí hydraulickými lisami do výsledné výškové polohy a následná montáž mostních ložisek včetně jejich podlití pryskyřicí. Po zhotovení tohoto procesu proběhne odstranění hydraulických lisů a aktivace mostních ložisek.

Závěrem stavby budou provedeny dokončovací práce včetně zhotovení základy mostních křídel z lomového kamene a terénní úpravy okolí.

9. POVRCHOVÁ ÚPRAVA PRVKŮ

Všechny prvky nosné konstrukce budou opatřeny již při výrobě základním nátěrem, který bude vynechán v místech svarových spojů. Po montáži budou opatřena základním nátěrem i tato místa spojů a obnoven základní nátěr celé konstrukce. Při dokončení bude konstrukce opatřena vrchním nátěrem ve dvou vrstvách.

10. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a posoudit nosnou ocelovou konstrukci lávky pro pěší na rozpětí 40,0m.

Vypracoval jsem výpočetní model v programu Scia Engineer, ze kterého jsem získal návrhové hodnoty vnitřních sil a následně ručním výpočtem posoudil jednotlivé prvky nosné konstrukce.

Dále je zpracována výkresová dokumentace obsahující půdorysný pohled na lávku včetně řezu, dále pak charakteristický příčný řez v místě podpor a v poli a také podélný řez lávkou. Pro zhotovení obloukových nosníků lávky byl také vypracován podrobný výrobní výkres včetně detailů.